



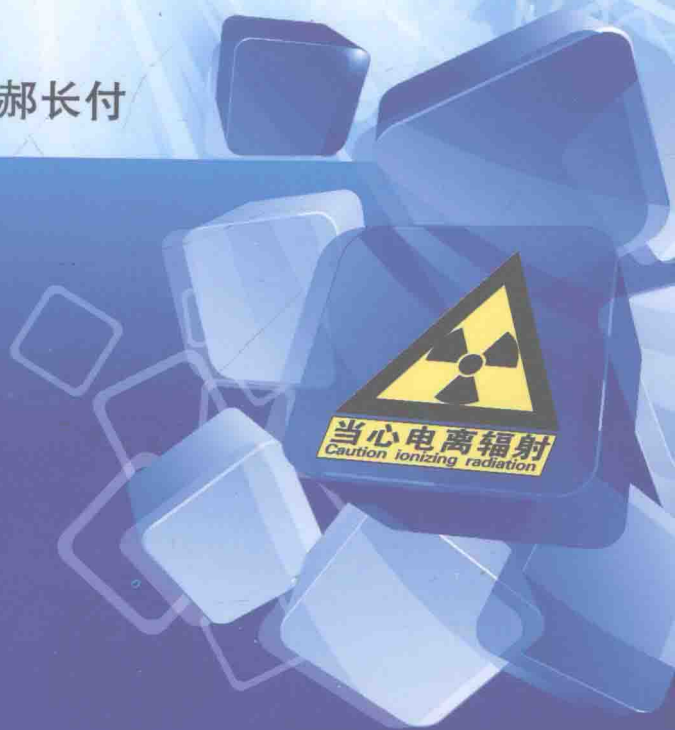
卫生监督
HEALTH INSPECTION

放射诊疗安全防护

FANGSHE ZHENLIAO ANQUAN FANGHU YU FANGSHE WEISHENG JIANDU

与放射卫生监督

主审 李红星
主编 秦卫东 郝长付



郑州大学出版社



卫生监督
HEALTH INSPECTION

放射诊疗安全防护

FANGSHE ZHENLIAO ANQUAN FANGHU YU FANGSHE WEISHENG JIANDU

与放射卫生监督

主审 李红星

主编 秦卫东 郝长付



郑州大学出版社

郑州

图书在版编目(CIP)数据

放射诊疗安全防护与放射卫生监督/秦卫东,郝长付主编. —郑州:郑州大学出版社,2015.5

ISBN 978-7-5645-2303-9

I. ①放… II. ①秦…②郝… III. ①放射诊疗-安全防护
②放射卫生-卫生管理 IV. ①R14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 103637 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:张功员

全国新华书店经销

郑州市诚丰印刷有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:16.5

字数:393 千字

版次:2015 年 5 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

印次:2015 年 5 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-2303-9

定价:52.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

编委名单

主 审 李红星
主 编 秦卫东 郝长付
副主编 冯斐斐 樊 慧 王 琳
编 委 (按姓氏笔画排序)
王 琳 王洪波 冯斐斐
刘小茹 刘四海 郝长付
秦卫东 樊 慧

前言

电离辐射自古存在,但真正认识到它的用途及危害,还是自 19 世纪伦琴发现 X 射线以后。一百多年来,科技在进步,人们的认知也在深入,放射诊疗技术随之被广泛应用在农业、工业、军事、医疗等行业。随着医学科学技术的进步,放射诊疗手段在现代临床医学中占据着越来越重要的地位,已经成为现代临床医学不可或缺的重要组成部分,然而射线是一把看不见摸不着的双刃剑,由于放射诊疗活动的日益频繁,其危害也就伴生而来,要想真正利用好辐射,首先应该研究其危害以及如何防护,放射卫生学正是基于这个目的而发展起来的一门学科。

放射卫生学主要研究的内容包括人类与环境、危害、保护与免受。这些虽然都与人们的生活息息相关,但由于辐射看不见,摸不着,很多时候被其损害的当时,人们毫无知觉,往往被忽视。因此,放射卫生学的最终目的必须依靠政府的日常监督管理而实现。

我国的放射卫生防护立法和监督管理,是在我国射线和原子能技术广泛应用中逐步建立起来的。随着放射性同位素与射线装置应用范围的不断扩大,我国的放射卫生法律法规从组织、管理、体制上也逐步从无到有、从小到大,向具有中国特色的放射法律法规体系逐步过渡。

当前,医务人员都能够很好地认识到放射防护在医疗照射中的重要性,但是普遍较缺乏辐射防护知识,能够告知受检者辐射危害的医务人员更是少之又少。同时,由于部分放射卫生监督人员业务水平不高,监管不到位,导致医疗机构放射诊疗工作存在着巨大的隐患。如何将这些法律法规付诸于实践,则需要培养出一大批优秀的放射卫生监督管理工作者。本书正是在此情况下编写而成,内容主要针对最常用的、也是最容易忽视的医疗机构中的辐射应用这一领域,其他应用领域亦可参考。

本教材基于河南省卫生厅多年的放射卫生监督培训经验,并汲取其他省市兄弟单位的先进方法和优秀成果,本着实用、够用、紧密联系实践的原则而编写。内容框架分三篇:第一篇放射卫生学,简单介绍了放射卫生学的基本知识;第二篇放射卫生学的实践应用,根据放射卫生学的基本知识,主要讲解了医疗机构中常见的几种辐射诊疗手段的应用及防护;第三篇放射卫生监督,依据前两篇的内容,重点阐述了放射卫生监督的日常工作方法及重点。形式上独立分篇,内容上紧密相连,使学习起来更加条理化、明确化。

本教材由河南省卫生和计划生育委员会李红星主审,由河南省职业病防治研究院秦卫东、郑州大学公共卫生学院郝长付主编并统稿。教材共分 17 章:第 1、11 章由郝长付编

写;第2至4章由郑州大学公共卫生学院冯斐斐编写;第5至8章由河南省妇幼保健院樊慧编写;第9至10章由中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所王洪波编写;第12、13章由河南省卫生监督局王琳编写;第14至17章,以及附录部分由秦卫东编写。

尽管我们全体编写人员做了精心的准备和最大的努力,但因水平有限,书中难免存在这样或那样的不足,敬请各位读者提出宝贵意见,以便再版时修订。在此,感谢郑州大学出版社工作人员的辛苦付出。

编者

2015 年春

目 录

第一篇 放射卫生学

第 1 章 放射卫生学概述	3
1.1 放射卫生学的历史和现状	4
1.1.1 放射卫生学的形成和发展	4
1.1.2 我国放射卫生防护事业的发展	5
1.2 放射卫生学的内容	5
1.2.1 人类与环境	6
1.2.2 危害	6
1.2.3 保护与免受	6
1.3 放射防护体系	7
1.3.1 ICRP 建议和 IAEA 标准防护体系的关系	7
1.3.2 我国放射防护体系	7
1.3.3 事件与情况网络和照射情况分析	9
1.3.4 照射类型	10
1.3.5 放射防护的基本原则	11
1.4 放射防护培训的必要性	11
1.4.1 电离辐射医学应用的广泛性	11
1.4.2 电离辐射医学应用的特殊性	12
1.4.3 放射安全防护培训的法律依据	12
第 2 章 电离辐射基本知识	14
2.1 常用辐射量与单位	15
2.1.1 描述电离辐射能量和放射性强弱的量	15
2.1.2 最常用的三种剂量学量	16
2.1.3 三种常用辐射防护量	20
2.1.4 医疗照射中用于判断患者皮肤损伤的剂量	21

2.1.5	CT 扫描专用辐射剂量	23
2.2	辐射效应	25
2.2.1	确定性效应	25
2.2.2	随机性效应	29
第 3 章	医用辐射安全防护基本知识	33
3.1	放射防护原则及应用	33
3.1.1	辐射实践的正当性	33
3.1.2	放射防护的最优化	34
3.1.3	个人剂量限值	34
3.1.4	防护原则的应用	35
3.2	外照射的防护	38
3.2.1	基本方法	38
3.2.2	实施办法	39
3.3	内照射的防护	40
3.3.1	放射性核素进入人体内的途径	40
3.3.2	内照射的特点	40
3.3.3	内照射防护要点	41
3.4	常用防护材料及性能	42
3.4.1	常用屏蔽材料	42
3.4.2	屏蔽材料的防护性能	44
第 4 章	医用辐射安全防护管理	45
4.1	概述	45
4.1.1	管理的目的和作用	45
4.1.2	管理的依据和办法	45
4.1.3	管理的职责和义务	45
4.1.4	管理的效能	45
4.1.5	放射性物质的特殊管理	46
4.2	管理法规	46
4.2.1	法规的概念与层次	46
4.2.2	管理者须知的主要法规内容	46
4.2.3	医用辐射工作者须知的主要法规内容	47
4.3	放射源及其分类	47
4.3.1	按放射源的性质分类	48
4.3.2	按放射源的危险程度分类	48
4.3.3	射线装置的分类	49
4.4	放射防护标准	49

4.4.1 标准的分级与特性	49
4.4.2 标准分类	50
4.4.3 外照射个人剂量限值的应用	50
4.5 放射事故管理	51
4.5.1 我国放射事故发生概况	52
4.5.2 事故类型与原因分析	52
4.5.3 事故分级	53
4.5.4 放射诊疗中放射事故典型案例	54
4.5.5 放射事故的预防	59
4.5.6 事故处理	61

第二篇 放射卫生学的实践应用

第5章 医疗照射的特点及防护	65
5.1 医疗照射的特点	65
5.1.1 医疗照射施照于人	65
5.1.2 医疗照射的应用范围广,受照人数多	65
5.1.3 国民受照剂量大	66
5.1.4 辐射危害隐匿于患者受益之中	66
5.1.5 辐射治病和致病可能同时存在	66
5.2 防护原则在医疗照射中的应用	67
5.2.1 正当性原则的应用	67
5.2.2 最优化原则的应用	68
5.3 医疗照射中的特殊问题	69
5.3.1 对育龄妇女的医疗照射	69
5.3.2 对妊娠或哺乳期患者的医疗照射	70
5.3.3 对儿童的医疗照射	71
5.3.4 应用于健康体检的X射线照射	71
第6章 放射诊断的安全防护	73
6.1 危险述评	73
6.1.1 历史教训	73
6.1.2 规避风险的几个重要问题	74
6.2 放射诊断工作者的安全防护	76
6.2.1 安全工作场所	76
6.2.2 合格的X射线设备	77
6.2.3 必备的移动式屏蔽防护设施	78
6.2.4 实际操作中的防护	78

6.3 受检者和患者的安全防护	79
6.3.1 影响患者受照剂量的因素	79
6.3.2 降低患者受照剂量的技术措施	80
6.3.3 放射诊断医疗照射指导水平	83
6.3.4 影像学检查操作规范	83
6.3.5 对非靶器官的屏蔽防护	83
6.4 几种类型 X 射线检查的合理应用与防护	86
6.4.1 胸部 X 射线检查	86
6.4.2 乳腺 X 射线摄影	87
6.4.3 儿科放射学检查	87
6.4.4 口腔科 X 射线摄影	88
第 7 章 CT 检查的安全防护	91
7.1 风险述评	91
7.1.1 CT 检查患者的受照剂量	91
7.1.2 CT 检查的致癌风险	92
7.1.3 CT 检查的其他风险	93
7.1.4 CT 检查的滥用现象	93
7.2 CT 工作者及患者陪护人员的安全防护	94
7.2.1 工作场所的安全防护	94
7.2.2 陪护人员的安全防护	95
7.3 CT 检查患者的安全防护	95
7.3.1 执行 CT 检查正当化原则	95
7.3.2 影响辐射剂量和影像质量的因素	96
7.3.3 X 射线 CT 检查的剂量指导水平与操作规程	97
7.3.4 降低 CT 剂量的技术措施	99
7.3.5 螺旋 CT 低剂量扫描技术的应用	100
第 8 章 介入放射诊疗的安全防护	102
8.1 风险述评	102
8.1.1 介入手术者的风险	102
8.1.2 介入诊疗患者的医疗风险	102
8.2 介入手术者的安全防护	103
8.2.1 介入手术者的受照剂量	103
8.2.2 介入手术者的安全防护措施	104
8.3 患者的安全防护	108
8.3.1 介入诊疗中患者的受照剂量	108
8.3.2 皮肤和眼晶状体放射损伤与受照剂量的关系	110

8.3.3 产生辐射反应的剂量阈值与介入透视时间的关系	110
8.3.4 影响患者受照剂量的因素	111
8.3.5 实用剂量控制措施	112

第9章 临床核医学诊疗的安全防护

9.1 风险述评	114
9.2 临床核医学工作场所安全防护	115
9.3 活性安全操作条件与要求	116
9.4 放射性物质的贮存	117
9.4.1 贮源室和贮源容器	117
9.4.2 登记制度	117
9.5 放射性废物处理	117
9.5.1 液体放射性废物的处理	117
9.5.2 固体放射性废物的处理	118
9.6 辐射监测	119
9.7 对公众的安全防护	119
9.7.1 墙体与门窗屏蔽防护	119
9.7.2 对注药患者的管理	120
9.8 核医学治疗的常见病种与常用放射性核素	121
9.9 核医学诊疗中患者的安全防护	122

第10章 放射治疗的安全防护

10.1 风险述评	124
10.2 放射治疗的特殊性	130
10.3 放射治疗的防护原则	131
10.4 放射治疗类型	131
10.5 放射治疗科的人员结构与职责	131
10.6 放射治疗安全场所	133
10.7 放射治疗中严重的意外照射案例	135
10.8 放射治疗意外照射的原因和因素	136
10.9 放射治疗意外照射的预防措施	138

第三篇 放射卫生监督

第11章 放射卫生监督概述

11.1 放射卫生监督的概念	143
11.2 放射卫生监督的内容	144
11.2.1 医疗机构放射诊疗许可	144

11.2.2	医疗机构的放射性危害控制的监督管理	145
11.2.3	放射卫生技术服务机构的监督管理	146
11.3	放射卫生监督检查方法及程序	146
11.3.1	监督检查方法	147
11.3.2	卫生监督检查的程序	147
11.4	放射卫生监督结果的处理	148
第 12 章	放射卫生的法律体系	149
12.1	放射卫生监督的法律依据	149
12.1.1	放射卫生法律、法规的历史沿革	149
12.1.2	我国现行放射卫生法律、法规体系	151
12.1.3	我国现行的与放射卫生有关的部分法律法规	152
12.1.4	《中华人民共和国职业病防治法》	153
12.1.5	《中华人民共和国放射性污染防治法》	154
12.1.6	《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》	155
12.1.7	放射卫生监督的部门规章	156
12.2	放射卫生防护标准的演进与分类	157
12.2.1	我国放射卫生防护标准的演进	157
12.2.2	放射卫生防护标准的分类	158
12.2.3	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB1887-2002)简介	160
第 13 章	医疗机构的放射卫生监督管理	161
13.1	监督管理内容与要求	161
13.1.1	放射诊疗工作监督内容与要求	161
13.1.2	放射诊疗工作分类监督内容与要求	163
13.2	经常性卫生监督要点	168
13.2.1	放射诊疗工作的监督要点	168
13.2.2	放射诊疗工作分类监督要点	170
13.3	监督结果与行政处罚	178
13.3.1	放射诊疗工作监督检查结果与行政处罚	178
13.3.2	放射诊疗分类监督检查结果与行政处罚	179
第 14 章	放射诊疗许可	184
14.1	放射诊疗许可条件	184
14.1.1	基本条件	184
14.1.2	人员要求	185
14.1.3	设备配置	185
14.1.4	安全防护装置、辐射检测仪器和个人防护用品配备	185

14.1.5 警示标志设置	185
14.2 放射诊疗许可审批程序	186
14.2.1 申请与受理	186
14.2.2 审查与审批	187
14.3 放射诊疗许可管理	195
14.3.1 校验	195
14.3.2 变更	196
14.3.3 注销	196
14.3.4 补办	196
14.3.5 撤销	197
第 15 章 医疗机构放射诊疗建设项目卫生监督管理	198
15.1 放射诊疗建设项目分类分级管理	198
15.2 放射诊疗建设项目职业病危害放射防护预评价审核及程序	199
15.2.1 申请受理	200
15.2.2 审查批准	201
15.3 放射诊疗建设项目职业病放射防护设施竣工验收及程序	201
15.3.1 申请受理	202
15.3.2 审查批准	202
15.4 放射诊疗建设项目卫生监督及要点	203
15.4.1 建设项目开工建设前职业病危害放射防护预评价监督	204
15.4.2 建设项目投入使用前职业病危害放射防护竣工验收监督	204
15.5 监督结果与行政处罚	204
第 16 章 放射工作人员职业健康管理监督	206
16.1 医疗机构职业健康的监督管理	206
16.1.1 《放射工作人员证》的核发管理	206
16.1.2 放射工作人员的职业健康监护	207
16.1.3 放射工作人员的培训	209
16.1.4 个人剂量监测	210
16.1.5 放射工作人员职业健康监护档案管理	212
16.2 监督内容和要求	213
16.2.1 《放射工作人员证》	213
16.2.2 放射工作人员职业健康监护	213
16.2.3 教育培训情况	214
16.2.4 放射工作人员个人剂量监测情况	215
16.2.5 档案管理	215
16.3 监督结果与行政处罚	215

第 17 章 放射卫生服务机构的监督管理	218
17.1 资质的审定与批准	219
17.1.1 放射卫生技术服务机构的资质认证的分级管理	219
17.1.2 放射卫生技术服务机构资质审定条件	219
17.1.3 放射卫生技术服务机构资质审定程序	224
17.1.4 放射卫生技术服务机构的执业范围	233
17.1.5 放射卫生技术服务机构执业规定	234
17.2 放射卫生服务机构监督内容与要求	234
17.2.1 相关法律法规规章规定的内容	234
17.2.2 资质与组织机构的卫生监督内容与要求	235
17.2.3 人员情况的卫生监督内容与要求	235
17.2.4 仪器设备情况的卫生监督内容与要求	236
17.2.5 开展技术服务工作情况卫生监督内容与要求	236
附录 1 放射诊断医疗照射的指导水平	241
附录 2 核医学诊断医疗照射的指导水平	243
附录 3 与放射卫生监督相关的国家法律法规及标准	245
参考文献	247

第一篇

放射卫生学

第 1 章

放射卫生学概述

放射卫生 (radiation hygiene or radiological health) 的同义语有辐射防护 (radiation protection) 和保健物理 (health physics)。它们的基本内涵可以概括为一句话: 保护人类及环境免受或少受电离辐射危害。放射卫生学则是研究放射卫生及防护的学科, 是预防医学的一个分支, 是放射医学的组成部分, 是综合性的应用边缘学科。

放射卫生所指的放射主要是电离辐射, 电离辐射与非电离辐射均属于电磁辐射。表 1-1 为电磁辐射谱。电磁辐射以电磁波的形式在空间向四周辐射传播, 它具有波的一切特性, 其波长(λ)、频率(f) 和传播速度(c) 之间的关系为 $\lambda = c/f$ 。 c 为光速, 是常量, 因此, 波长短, 频率高, 辐射能量大的电磁辐射, 生物学作用强; 反之, 生物学作用弱。当量子能量水平达到 12 eV 以上时, 对生物体有电离作用, 导致机体的严重损伤, 这类电磁辐射称为电离辐射 (ionizing radiation), 如 X 射线、 γ 射线、宇宙射线等。 α 、 β 、中子、质子等属于电离辐射中的粒子辐射。量子能量 < 12 eV 的电磁辐射不足以引起生物体电离, 称为非电离辐射 (nonionizing radiation), 如紫外线、可见光、红外线、射频及激光等。紫外线的量子能量介于非电离辐射与电离辐射之间。

表 1-1 电磁辐射谱

名称	波长(真空中)	频率, Hz	能量
无线电波	1 m ~ 10 km	$3 \times 10^4 \sim 3 \times 10^8$	$10^{-10} \sim 10^{-6}$ eV
微波	1 mm ~ 100 cm	$3 \times 10^8 \sim 3 \times 10^{11}$	$10^{-6} \sim 10^{-3}$ eV
红外线	0.8 μ m ~ 1 mm	$3 \times 10^{11} \sim 3.7 \times 10^{14}$	$10^{-3} \sim 1.55$ eV
可见光	380 nm ~ 800 nm	$3.7 \times 10^{14} \sim 7.9 \times 10^{14}$	1.55 ~ 3.26 eV
紫外线	10 nm ~ 380 nm	$7.9 \times 10^{14} \sim 3 \times 10^{16}$	3.26 ~ 124 eV
X 射线	1 fm ~ 10 nm	$3 \times 10^{16} \sim 3 \times 10^{24}$	0.1 keV ~ 10 GeV
γ 射线	0.1 pm ~ 0.1 nm	$3 \times 10^{18} \sim 3 \times 10^{21}$	10 GeV ~ 10 MeV

电离辐射通常直接被称为放射, 但在某些情况下, 仍以辐射代替电离辐射。如我国